مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (39) العدد (5) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (39) No. (5) 2017

Study the Effect of Probability Distribution of the Packet Generation Periods on the Quality of Service Factors in MANET Networks

Dr. Mohammed Hijazieh*
Bashar Abbas**

(Received 19 / 9 / 2017. Accepted 1 / 10 / 2017)

□ ABSTRACT □

Ad-hoc Networks is considered as the most commonly propagated networks in the few recent years, because of their structures that depends on many hosts communicating together without any pre-installed infra-structure such as servers and routers, each node of these introduce some services, besides of routing packages to neighbors according to the route included in the header of the transmitted package, MANETs Networks are considered as Ad-hoc Networks with the feature of mobility.

Researchers recently have introduced many of routing protocols that works on MANET Networks, some of them store the routes from any node to any another node existing in the network into a table witch is updated periodically, this kind of protocols is known as Proactive Protocols, another kind of those protocols don't store the routes in a such table because of the large size that a table reserved in a large networks, instead they request the route to the destination on-demand, and this kind is known as Reactive Protocols, the third type of protocols is Hybrid Protocols witch involve the two preceding schemes.

We will study the effect of probability distribution of the packets generation periods on the QoS factors such as load, throughput, using one reactive protocol and one proactive protocol on three scenarios (25-75-200) nodes respectively.

Key Words: Routing, Proactive Protocols, Reactive Protocols, Probability Distribution.

*Associate Professor, Department of computer and automatic control Engineering, Faculty of Mechanical and electrical Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria.
Email: mohammed.hejazieh2016@gmail.com
** Postgraduate Student, center Lattakia Faculty of information and communication technology engineering, Tishreen University Syria. Email: abbasbashar89@gmail.com

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (39) العدد (5) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (39) No. (5) 2017

دراسة أثر التوزعات الاحتمالية لأزمنة توليد الرزم على عوامل جودة الخدمة في شبكات الـ MANET

الدكتور محمد حجازية*

بشار عباس**

(تاريخ الإيداع 19 / 9 / 2017. قُبِل للنشر في 1/ 10 / 2017)

□ ملخّص □

تعتبر شبكات الـ Ad-hoc من أكثر أنواع الشبكات انتشاراً في السنوات القليلة الماضية، ويرجع ذلك إلى بنية هذه الشبكات والتي تقوم على الاتصال بين العقد على أساس اللامركزية، ومن دون الحاجة إلى وجود أية بنى تحتية ثابتة مثل المخدمات والموجهات لأن خدمات الشبكة تكون موزعة على كل العقد بالإضافة إلى أن كل عقدة من عقد الشبكة تتولى عملية توجيه الرزم إلى كافة العقد المجاورة بناءً على مسار التوجيه المتضمن في ترويسة العقد المتنقلة عبر الشبكة، أما شبكات الـ MANET فهي عبارة عن شبكات Ad-hoc ولها نفس الميزات والخصائص باختلاف أن العقد تكون متنقلة.

توصل الباحثون إلى عدد من أنواع البروتوكولات التي تعمل على شبكات الـ MANET، وتختلف هذه البروتوكولات بشكل عام في أسلوب توجيهها للرزم، فمنها ما يقوم على تخزين مسارات التوجيه من أية عقدة إلى أية عقدة أخرى موجودة في الشبكة ضمن جداول يتم تحديثها بشكل دوري وهذا ما يُعرف بالنوع التفاعلي Proactive، أما النوع الثاني فلا يعتمد على مثل هذه الجداول بسبب ازدياد حجمها مع ازدياد حجم الشبكة وإنما تعتمد هذه البروتوكولات على اكتشاف مسار التوجيه فقط عند الحاجة إليه ويُسمّى هذا النوع بالاستباقي Reactive، وهناك نوع ثالث وهو الهجين Hybrid حيث تجمع هذه البروتوكولات ميزات كلاً من النوعين السابقين.

تم في هذا البحث دراسة أثر التوزع الاحتمالي لأزمنة توليد الرزم على عوامل جودة الخدمة مثل الحمل والمردود ومقارنة النتائج عند استخدام البروتوكولات التفاعلية والاستباقية في سيناريوهات تتضمن (25-75-200) عقدة على الترتيب.

الكلمات المفتاحية: التوجيه، البروتوكولات التفاعلية، البروتوكولات الاستباقية، التوزع الاحتمالي.

* أستاذ مساعد – قسم هندسة الحاسبات والتحكم الآلي- كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية- جامعة تشرين- اللاذقية- سورية.
الإيميل: mohammed.hejazieh2016@gmail.com

** طالب دكتوراه – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية،abbasbashar89@gmail.com

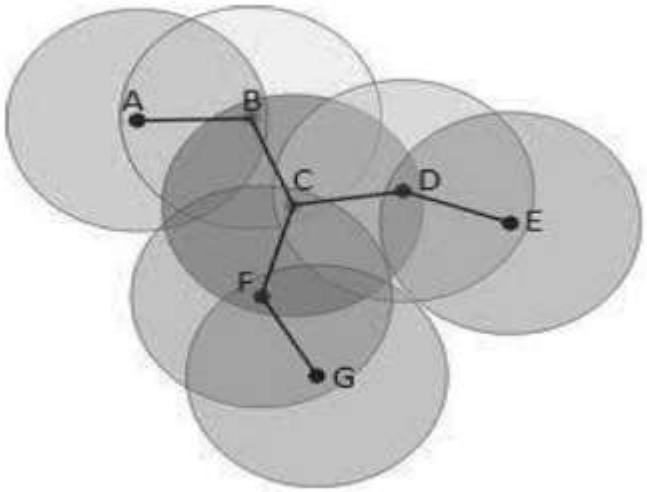
مقدمة:

شبكات الـ (Mobile Ad hoc Networks) MANET هي مجموعة من العقد المتنقلة المرتبطة مع بعضها لاسلكياً والتي تتعاون فيما بينها من أجل نقل رزم البيانات Data Packets فيما بينها بشكل لاسلكي دون الحاجة إلى وجود بنى تحتية Infrastructures في الشبكة مثل نقاط الوصول Access Points.

تتغير الطبولوجيا في مثل هذه الشبكات بشكل سريع Rapidly وغير قابل للتنبؤ Unpredictably مع مرور الوقت وذلك لأن العقد متنقلة وبالتالي تغير مواقعها فيما بينها باستمرار.

تملك شبكات الـ MANETs خصائص محددة مثل عرض حزمة محدد Bandwidth-constrained ، وصلات ذات سعات متغيرة Variable Capacity Links ، العمل ضمن طاقة محددة Energy-constrained Operation ، أمان فيزيائي محدود Limited Physical Security ، طبولوجيا شبكية متغيرة Dynamic Network Topology ، تحديثات توجيه متكررة Frequent Routing Protocols.[5]

ويبين الشكل (1) شبكة MANET بست عقد.



الشكل (1): شبكة MANET بست عقد

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف هذا البحث إلى دراسة أثر التوزع الاحتمالي لأزمنة توليد الرزم على أداء شبكات الـ MANETs، وبالأخص على عوامل جودة الخدمة في مثل هذا الشبكات من حيث المردود والحمل والتأخير الزمني. ومعرفة أي البروتوكولات يعطي أفضل أداء مع التوزعات الاحتمالية المقترحة ضمن سيناريوهات البحث، ومدى نقاط القوة والضعف والميزات والمساوئ الموجودة في كل بروتوكول بهدف تحسين عوامل جودة الخدمة في مثل هذه الشبكات.

تم بناء ثلاثة سيناريوهات، وتضمن السيناريو الأول شبكة MANET بـ (25) عقدة، والسيناريو الثاني بـ (75) عقدة، والسيناريو الثالث بـ (200) عقدة، وفي كل مرة يتم توليد الرزم بحيث تخضع الأزمنة الفاصلة بين هذه الرزم إلى توزع احتمالي أسي متناقص مما يؤدي إلى زيادة أسية في عدد الرزم المنتشرة عبر الشبكة مع مرور الزمن.

كما أن أطوال الرزم تخضع لتوزع احتمالي موحد Uniform بحيث يتم توليد الرزم بطول يقع بين مجال أصغري وأعظمي وبحيث تكون كل قيم المجال المحصورة بين القيمة الأصغرية والقيمة الأعظمية لها نفس الاحتمال عند التوليد.

طرائق البحث ومواده:

سوف نستعرض فيما يلي بعض المفاهيم النظرية المستخدمة في هذا البحث مثل مفهوم عملية التوجيه في شبكات الـ MANET، والبروتوكولات التفاعلية والاستباقية.

1 التوجيه في شبكات الـ MANET:

إن شبكات الـ MANET هي مجموعة من العقد المرتبطة مع بعضها البعض بشكل لاسلكي من دون وجود أية بنى تحتية، وهي ذات تنظيم ذاتي Self-organized ومتعددة القفزات Multi hop، وذات طبولوجيا متغيرة باستمرار مما يتسبب في قطع بعض الوصلات اللاسلكية بين العقد من جهة وإعادة تأسيس وصلات لاسلكية جديدة بين عقد أخرى وذلك بشكل مستمر مع مرور الزمن، وهذا ما يتطلب من بروتوكول التوجيه أن يكون قادراً على الاستجابة لهذه التغيرات المتسارعة بشكل فوري.

إن كل عقدة في مثل الشبكات مرشحة لكي تعمل كموجه Router، وبسبب محدودية عرض الحزمة في مثل هذه الشبكات فإن كلاً من المرسل والمستقبل سيكون بحاجة إلى عقد وسيطة بينهما من أجل تبادل رزم البيانات.

تتلخص مشاكل التوجيه الرئيسية في مثل هذه الشبكات في مجموعة من النقاط نذكر منها:[7]

1. الوصلات غير المتجانسة Asymmetric Links.
2. أعباء التوجيه Routing Overheads.
3. التداخل Interference.
4. الطبولوجيا المتغيرة Dynamic Topology.

حاز موضوع التوجيه في شبكات الـ MANET على اهتمام الباحثين في مختلف أنحاء العالم، والذين قاموا بدورهم باقتراح مجموعة من البروتوكولات الموجهة للتعامل مع مثل هذه الشبكات آخذين بعين الاعتبار المشاكل الرئيسية التي استعرضناها سابقاً.

تصنف بروتوكولات التوجيه في هذا المجال بشكل عام إلى نوعين رئيسيين هما:

1. الصنف التفاعلي Proactive.
2. الصنف الاستباقي Reactive.

يتم إنشاء مسارات التوجيه في الصنف الاستباقي Reactive عند الطلب On-demand فقط؛ أي عندما تريد عقدة معينة إرسال رزم إلى عقدة أخرى موجودة ضمن الشبكة، كما هو الحال في بروتوكول DSR (Dynamic Routing Source) وبروتوكول AODV (Ad-hoc On-demand Distance Vector).[8]

بينما في الصنف التفاعلي فإن عملية التوجيه تكون مقادة بالجداول Table-driven حيث تحتوي هذه الجداول على معلومات التوجيه والتي يتم تحديثها بشكل دوري عن طريق بث رسائل دورية عبر الشبكة من أجل تحديث حالة العقد وطبولوجيا الشبكة، كما هو الحال في بروتوكول OLSR (Optimized Link State Routing) وبروتوكول DSDV (Destination Sequenced Distance Vector).[9]

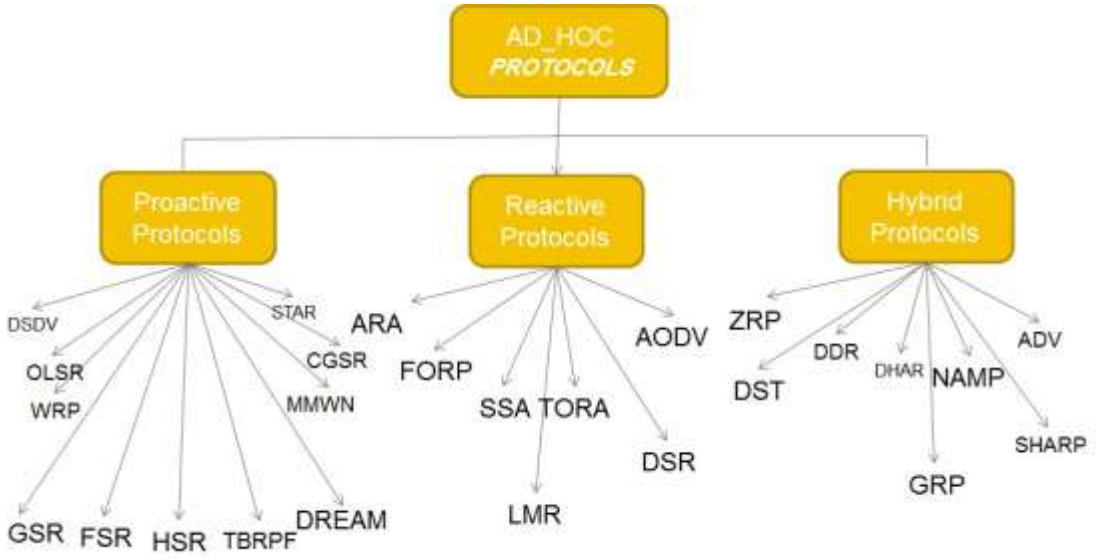
ولكن معظم هذه البروتوكولات تتصف بأنها غير آمنة بسبب سهولة معرفة طبولوجيا الشبكة من قبل المهاجمين Attackers.

2 تصنيف بروتوكولات التوجيه في شبكات الـ MANET:

سوف نتناول في هذه الفقرة تصنيف بروتوكولات التوجيه مع استعراض لميزاتها وخصائصها وأنواعها، حيث أن هذه البروتوكولات تصنف بشكل رئيسي اعتماداً على آلية تحديث معلومات التوجيه إلى ثلاثة أصناف:

1. الصنف التفاعلي Proactive.
2. الصنف الاستباقي Reactive.
3. الصنف الهجين Hybrid.

ويبين الشكل (2) تصنيف بروتوكولات التوجيه في شبكات الـ MANETs.



الشكل (2) تصنيف بروتوكولات التوجيه في شبكات الـ MANETs

تكون مسارات التوجيه في الصنف التفاعلي Proactive محددة بشكل مسبق وذلك بسبب تحديث جداول التوجيه ومعلومات طبولوجيا الشبكة في كل العقد عن طريق بث رسائل التحكم بشكل دوري Periodically مما يزيد من الازدحام ويقلل من عرض الحزمة ولكن هذا يتم مقابل السرعة في نقل الرزم في هذا الصنف فبمجرد أن ترغب إحدى العقد بإرسال رزمة بيانات إلى عقدة أخرى (العقدة الهدف) فإن مسار التوجيه يكون جاهزاً ومحدداً على الفور.[9]

بينما في الصنف الاستباقي Reactive فإن المسار يكون غير جاهز وإنما يتم تأسيس المسار عند الطلب وذلك بإرسال رسالة من العقدة المصدر Source Node للاستعلام عن مسار الوصول إلى العقدة الهدف Destination Node وهذه العملية تسمى اكتشاف التوجيه Route Discovery، وهي تتم بشكل مسبق لعملية إرسال رزم البيانات مما يؤدي إلى تأخير عملية الإرسال ريثما يتم اكتشاف مسار التوجيه لكن ذلك يتم مقابل أن هذا الصنف يخفف من الازدحام ويزيد من عرض الحزمة المستخدم.

الصنف التفاعلي Proactive:

تتبادل عقد الشبكة في هذا الصنف معلومات حول طوبولوجيا الشبكة بشكل مستمر، وهذه المعلومات يتم تبادلها عن طريق بث رسائل تحكم عبر الشبكة بحث تخبر هذه الرسائل العقد التي تصل إليها عن موقع العقد حالياً ضمن الشبكة والمسارات التي تربط بين بعضها البعض، ونظراً لوجود تصور مسبق عن المسارات المختلفة فبمجرد رغبة إحدى العقد بإرسال رزم البيانات إلى عقدة أخرى فإن مسار التوجيه يكون جاهزاً؛ أي لا يوجد تأخير زمني قبل الإرسال لكن ذلك يكون على حساب خلق ازدحام في الشبكة وخاصة إذا كانت تحوي على عدد كبير من العقد.

يتم تبادل المعلومات المتعلقة بطوبولوجيا الشبكة في هذا الصنف بشكل دوري بين جميع عقد الشبكة، وهذه البروتوكولات في عملها كانت امتداداً لبروتوكولات التوجيه في الشبكات السلكية، وهي بشكل عام تصنف إلى صنفين رئيسيين هما:[5]

1. بروتوكولات شعاع المسافة Distance Vector Protocols حيث تتبادل العقد الموجودة ضمن الشبكة معلومات حول الطوبولوجيا المحلية Local Topology وتستعمل خوارزمية Bellman–Ford الموزعة لكي تتعامل مع جداول التوجيه.

2. بروتوكولات حالة الوصلة Link State Protocols حيث تتبادل العقد الموجودة ضمن الشبكة معلومات حول الطوبولوجيا الكاملة Full Topology وبعد ذلك يتم تطبيق خوارزمية الطريق الأقصر لاختيار الوصلة المثلى.

وعلى العموم فإن هناك فوارق بين هذه البروتوكولات من حيث تحديث معلومات التوجيه واختيار مسار التوجيه، ومن حيث عدد جداول التوجيه الموجودة في كل عقدة، وطبيعة المعلومات المخزنة ضمن هذه الجداول.

ومن الجدير بالذكر أنّ لهذا الصنف ميزات ومساوئ، فمن إحدى ميزات هذا الصنف سهولة حصول العقد على معلومات التوجيه وسرعة تأسيس الاتصال بين العقدة المرسلة والعقدة المستقبلة نتيجة لكون مسارات التوجيه معلومة مسبقاً من دون أن يكون هناك حاجة لإرسال رسائل معينة للتحقق من وجود المسار قبل البدء بإرسال رزم البيانات.

لكن ضخامة البيانات المخزنة في جداول التوجيه ضمن كل عقدة وصعوبة بناء هذه الشبكة عند حصول فشل في الوصلات بين العقد، وكثرة رسائل البث المنتشرة عبر الشبكة لتحديث معلومات التوجيه تعتبر من أهم المشاكل التي نواجهها عند اختيار هذا الصنف.[2]

ويبين الجدول (1) مقارنة بين أهم بروتوكولات هذا الصنف من حيث طريقة تحديث معلومات التوجيه، الدوران في حلقة مفرغة، أعباء التوجيه، أعباء الكاش، المردود، وعدد جداول التوجيه.

الجدول (1) مقارنة بين بروتوكولات الصنف التفاعلي

البارامتر	DSDV	WRP	OLSR
تحديث المسار Route Updates	دوري	دوري	دوري
الدوران المفرغ Loop Free	نعم	نعم	نعم
أعباء التوجيه Routing Overheads	مرتفعة	مرتفعة	منخفضة
أعباء الكاش Caching Overheads	متوسطة	مرتفعة	مرتفعة
المردود Throughput	منخفض	منخفض	متوسط
عدد جداول التوجيه Routing Tables	2	4	4

وكمثال عن برتوكولات هذا الصنف تم استخدام بروتوكول OLSR في هذا البحث لكونه يتميز بأعباء توجيه منخفضة مقارنة مع الأنواع الأخرى ولكون المردود فيه أفضل من باقي البروتوكولات.

1. بروتوكول (Optimized Link State Routing) OLSR:

تم اقتراح هذا البروتوكول من قبل Clausen و Jacquet حيث يعتمد هذا البروتوكول على نقل رزم البيانات من العقدة المصدر إلى العقدة الهدف اعتماداً على حالة الوصلة المثلى Optimized Link State، وتم عملية أمثلة الوصلة بإحدى طريقتين:

- ✓ إما عن طريق تقليص حجم رزم التحكم المرسلة Control Packets.
- ✓ أو عن طريق تقليص عدد الوصلات المستخدمة لتمرير رزم حالة الوصلة Link State Packets.

تتعامل كل عقدة من عقد الشبكة مع معلومات طوبولوجيا الشبكة من خلال تبادل رسائل دورية حول حالة الوصلة.

ويعتمد هذا البروتوكول على الآليات الثلاثة التالية:

- ✓ التحسس للجوار Neighbor Sensing.
- ✓ الغمر الفعال Efficient Flooding.
- ✓ حساب مسار التوجيه الأمثل بالاعتماد على خوارزمية الطريق الأقصر Shortest Path Algorithm.

تتم عملية التحسس للجوار عن طريق الكشف عن التغيرات الطارئة على العقد المجاورة للعقدة الحالية، وتحدد كل عقدة المسار الذي يربط بينها وبين كل العقد الأخرى الموجودة في الشبكة عن طريق معلومات طوبولوجيا الشبكة وهذه المعلومات بدورها تكون مخزنة في جداول التوجيه في كل عقدة، وبعد ذلك يتم تحديد المسار الأمثل باستخدام خوارزمية الطريق الأقصر، ونتيجة لذلك فإن المسارات المثلى من كل عقدة في الشبكة باتجاه أية عقدة أخرى موجودة ضمن الشبكة تكون محددة وجاهزة فور البدء بعملية إرسال رزم البيانات، وتبقى هذه المسارات صحيحة وفعالة ما لم يطرأ أي طارئ على معلومات طوبولوجيا الشبكة.

الصنف الاستباقي Reactive:

تعتمد هذه البروتوكولات على اكتشاف مسار التوجيه عند الحاجة فقط On-demand؛ أي عندما ترغب إحدى العقد بإرسال رزمة بيانات معينة إلى عقدة أخرى فإنها تقوم بإرسال رسالة استعلام Query عن مسار التوجيه عبر عقد الشبكة، وفي حال وصول هذه الرسالة إلى العقدة الهدف فإن هذه العقدة تعيد رسالة رد Reply إلى العقدة الهدف عبر نفس المسار الذي سلكته رسالة الاستعلام الواردة إليها من جيرانها، وبالتالي يمكن أن يكون هناك أكثر من رسالة رد نتيجة لورود أكثر من رسالة استعلام من جيران العقد الهدف، ولكن طريقة إرسال رسالة الاستعلام ومحتوياتها وطريقة استلام رسالة الرد ومحتوياتها تختلف من بروتوكول إلى آخر ضمن هذا الصنف.[15]

وكنتيجة لما سبق فلا داعي لبث رسائل التحكم الدورية عبر الشبكة للاستعلام عن طوبولوجيا الشبكة بشكل مستمر كما هو الحال في الصنف النشط Proactive، وهذا الأمر له أثره الإيجابي في التخفيف من الازدحام عبر الشبكة، والاستفادة من عرض الحزمة الموجود بشكل أكبر.

تعد بروتوكولات هذا الصنف من أكثر البروتوكولات تكيفاً مع التحديات التي تواجهها شبكات الـ Wireless Ad-hoc، ويتلخص الهدف الرئيسي منها في التقليل من أعباء ازدحام الشبكة.

يعتبر كل من بروتوكولي DSR و AODV حجر الأساس لبروتوكولات هذا الصنف، حيث يمتلك كل منهما تطبيقات مستقلة عديدة تعمل على مختلف أنواع أنظمة التشغيل.

إن الفكرة الرئيسية المشتركة لهذه البروتوكولات تكمن في عملية اكتشاف مسار التوجيه Route Discovery وعملية صيانة او المحافظة على المسار Route Maintenance، حيث ترسل العقدة المصدر رسالة تتضمن طلب الحصول على مسار توجيه نحو الهدف، ويتم بث هذه الرسالة على كامل الشبكة من عقدة إلى أخرى بحثاً عن العقدة المطلوبة، وتقوم العقدة الهدف بمجرد استلام هذا الطلب بالرد عن طريق نفس المسار الذي سلكه الطلب، كما يمكن للعقدة الوسيطة Intermediate Node في بعض الأحيان الرد على هذا الطلب إذا كانت تملك معلومات التوجيه الكافية حول طوبولوجيا الشبكة ومدى إمكانية الوصول إلى العقدة الهدف، ونتيجة لهذا الأمر ممكن أن ترد إلى العقدة المصدر أكثر من رسالة رد من عدة عقد عبر الشبكة، وحينها تقوم العقدة المصدر باختيار المسار الأقصر.[13][11]

لا داعي لبث رسائل التحكم الدورية عبر الشبكة من أجل الإبقاء على معلومات التوجيه محدثة بشكل دائم، إنما يتم تبادل رسائل لمعرفة طرق التوجيه عند الحاجة فقط، وهذا الأمر يحسن من استخدام عرض الحزمة المتاح Available Bandwidth، ويعتبر هذا من الميزات الرئيسية لبروتوكولات هذا الصنف.

لكن توجد بعض المساوئ والتي تتمثل في كمية الوقت الضائع ريثما تتم عملية اكتشاف مسار التوجيه من جهة، ومن جهة أخرى فإن كثرة رسائل الغمر Flooding Messages التي تنتشر عبر الشبكة بحثاً عن المسار تؤدي في بعض الأحيان إلى اختناقات في الشبكة.

ويبين الجدول (2) مقارنة بين بعض البروتوكولات المهمة التي تتبع لهذا الصنف.

الجدول (2): مقارنة بين بروتوكولات الصنف الاستباقي

البارامترات	AODV	DSR	TORA
إنشاء المسار Route Creation	من قبل المصدر	من قبل المصدر	بشكل محلي
التحديث الدوري Periodic Updation	لا	لا	لا
مقاييس الأداء Performance Metrics	السرعة	قصر المسافة	السرعة
أعباء التوجيه Routing Overheads	مرتفعة	مرتفعة	مرتفعة
أعباء الكاش Caching Overheads	منخفضة	مرتفعة	متوسطة
المردود Throughput	مرتفع	منخفض	منخفض
متعدد الطرق Multipath	لا	نعم	نعم
تحديث التوجيه Route Updation	غير دوري	غير دوري	أعباء التوجيه مرتفعة

وكمثال عن بروتوكولات هذا الصنف تم استخدام بروتوكول AODV في هذا البحث لكونه يتميز عن البروتوكولات الأخرى بمردود أعلى وبأعباء كاش منخفضة.

1. بروتوكول (Ad-hoc On-demand Distance Vector) AODV:

يعتبر من أكثر البروتوكولات استخداماً في هذا الصنف، وتم اقتراحه من قبل C. E. Perkins و E. M. Royer، وهو مزيج من بروتوكولي DSR و DSDV حيث يتبع لبروتوكول DSR في آلية اكتشاف مسار التوجيه والتعامل معه، ويتبع لبروتوكول DSDV من ناحية استخدام التوجيه قفزة بقفزة Hop-by-hop Routing، وإسناد

أرقام تسلسلية للقفزات، ونظراً لهاتين الميزتين فإن اكتشاف مسار التوجيه يكون أسرع عند التغير في طوبولوجيا الشبكة بسبب تجنب مشكلة الدوران في حلقة مفرغة أو ما يسمى اصطلاحاً بـ Count to Infinity.

لكنه من ناحية أخرى يوصف بأنه غير آمن وسهل الاختراق، ولهذا السبب أضاف الباحث Zapata ميزة أمان إلى هذا البروتوكول تتمثل في استخدام التوابع الهاشية Hash Functions ذات الاتجاه الواحد one-way وذلك عند إطلاق عملية اكتشاف المسار Route Discovery. وأطلق على البروتوكول المحسن اسم SAODV (Secure AODV) حيث اقترح أيضاً استخدام التواقيع الرقمية Digital Signatures كأسلوب للمصادقة على البيانات غير المتقلبة Non-Mutable Data، أما بالنسبة للبيانات المتقلبة مثل عدد القفزات Hop Counts فتستخدم السلاسل الهاشية Hash Chains وهذا الأسلوب يساعد على اكتشاف مسار التوجيه السليم من العقدة المرسلة إلى العقدة المستقبلة دون حدوث انضمام لقعد متجسسة من خارج الشبكة، ودون حدوث استبعاد لعقد تنتمي فعلياً إلى هذه الشبكة.

وعند حصول فشل في الوصلة Link Failure يتم إعلام كل من العقدة المرسلة والعقدة المستقبلة بذلك (أي العقد الطرفية فقط)، وعندها تبدأ العقدة المرسلة بعملية اكتشاف مسار التوجيه نحو العقدة المستقبلة من جديد باتباع الطريقة المذكورة سابقاً.

الصنف المختلط Hybrid:

تحاول البروتوكولات التي تتبع لهذا الصنف أن تجمع بين ميزات كل من الصنفين السابقين، وهي بشكل عام تعتمد على البنية الهرمية Hierarchical Structure، حيث أن الشبكة ممكن أن تكون ذات بنية هرمية أو مسطحة Flat، وتكمن الصعوبة في بروتوكولات هذا الصنف في تنظيم الشبكة تبعاً للبارامترات المميزة لها، أما المشاكل الرئيسية التي تعاني منها هذه البروتوكولات فتتمثل في أن العقد التي تقع في أعلى هرمية الشبكة تتعامل مع كمية معلومات حول طوبولوجيا الشبكة أكثر بكثير من غيرها، وهذا الأمر يسبب لها استنزافاً في مصادر الطاقة والذاكرة.

لمحة عن التوزعات الاحتمالية المستخدمة في البحث:

توجد مجموعة كبيرة من التوزعات الاحتمالية المنتشرة في مجالات الإحصاء والمحاكاة ويمكن الاستفادة منها في هذا البحث في عملية نمذجة طول الرزم المنتشرة عبر الشبكة، ونمذجة الأزمنة الفاصلة بين كل توليدين متتاليين للرزم المولدة، ونبين فيما يلي باختصار نوعين من هذه التوزعات الاحتمالية.

التوزع الموحد Uniform:

إن فكرة هذا التوزع تتمثل فيأن كل القيم التي تتبع لمجال محدود بقيمة صغرى وقيمة كبرى لها نفس الاحتمال، أي:[14]

$$f(x;a,b)=\frac{1}{b-a} \quad ; \quad a\le x\le b \qquad (1)$$

وتم استخدام هذا التوزع الاحتمالي في نمذجة طول الرزم المنتشرة عبر الشبكة.

التوزع الأسي Exponential:

يستخدم هذا التوزع بشكل عام لمحاكاة أزمنة الانتظار Queueing وله نوعين المتزايد والمتناقص، في النوع المتزايد يكون الزمن صغيراً في البداية ثم يكبر عند كل لحظة بشكل يزيد عن ضعف الزمن السابق، أما في النوع المتناقص فإن الأمر يكون على العكس تماماً. ويمكن حساب احتمالية أي زمن انتظار من خلال العلاقة (2):[14]

$$f(x;\alpha)=\frac{1}{\alpha}e^{-\frac{x}{\alpha}} \quad ; \quad 0<x<\infty \qquad (2)$$

تم استخدام هذا التوزع لمحاكاة الأزمنة الفاصلة بين كل توليدين متتاليين للرزم المنتشرة عبر الشبكة.

برنامج المحاكاة المستخدم في البحث:

تم استخدام برنامج المحاكاة OPNET 14.5 من أجل محاكاة عمل السيناريوهات المقترحة، حيث يتمتع هذا البرنامج بعدد كبير من الكيزات والخصائص وبكم هائل من الأدوات والبروتوكولات المستخدمة اليوم في مجال الشبكات والاتصالات فضلاً عن أنه يقدم ميزات كبيرة في دراسة ومحاكاة عمل الشبكات عن طريق عرض النتائج بطرق رسومية وإحصائية الأمر الذي جعله يتقدم على كثير من برامج المحاكاة المصممة في هذا المجال.

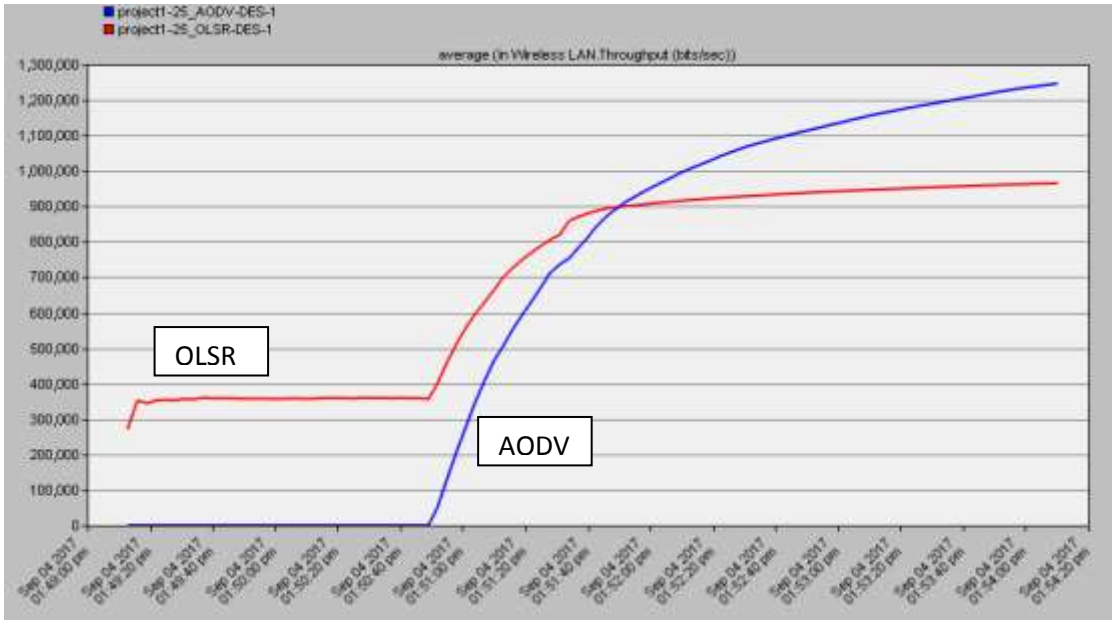
النتائج والمناقشة:

نستعرض فيما يلي سيناريوهات البحث المقترحة، حيث استخدمنا التوزع الاحتمالي الأسي Exponential لمحاكاة توزع الأزمنة بين كل توليدين متتاليين للرزمة وبقيمة متوقعة (0.01)، في حين تم استخدام التوزع الاحتمالي الموحد Uniform لمحاكاة التوزع الاحتمالي لطول الرزم المولدة بقيمة صغرى (512) بت وقيمة كبرى (1024) بت.

السيناريو الأول:

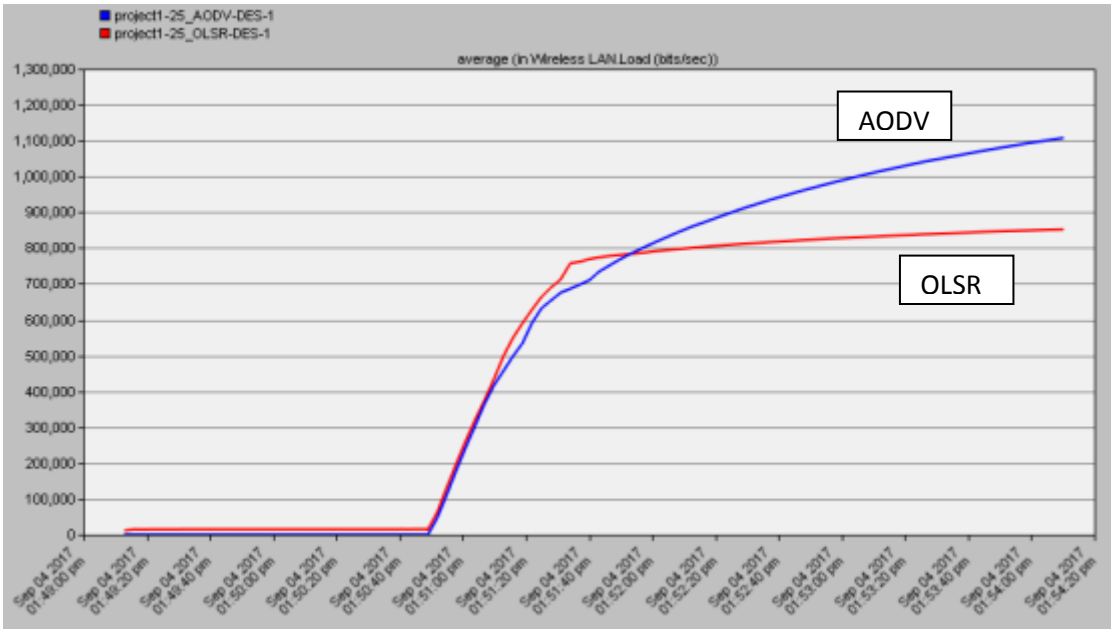
يتضمن هذا السيناريو (25) عقدة حيث تمت مقارنة أداء بروتوكولي AODV و OLSR من حيث عوامل جودة الخدمة مثل المردود Throughput، الحمل Load، التأخير الزمني Delay.

ويبين الشكل (2) المقارنة بين بروتوكولي AODV و OLSR من حيث المردود.



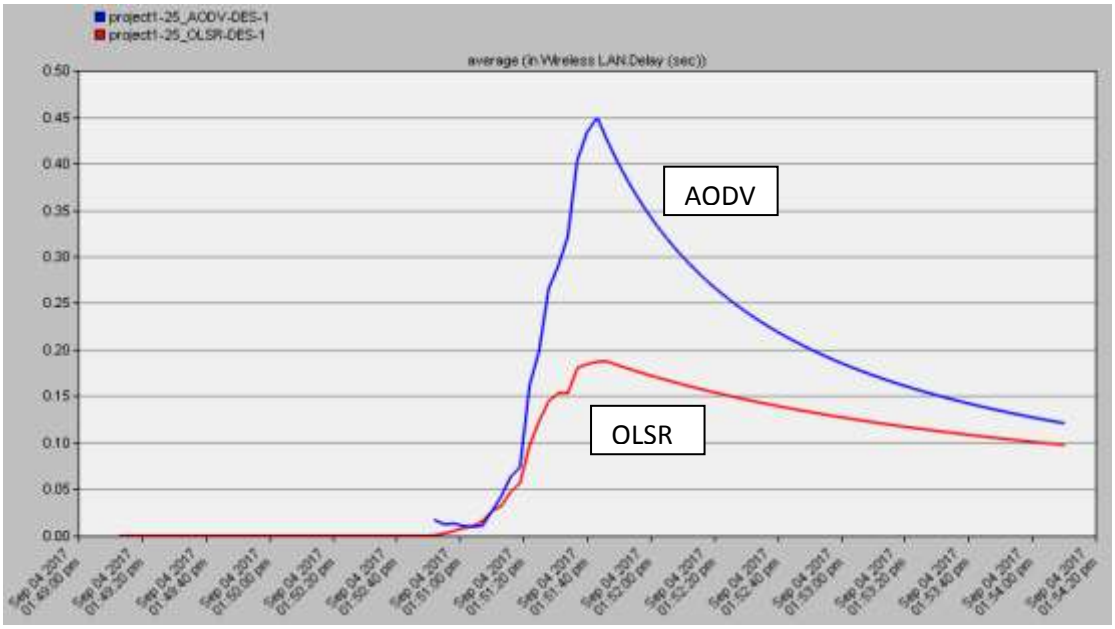
الشكل (2) المقارنة بين بروتوكولي AODV و OLSR من حيث المردود

والشكل (3) يبين المقارنة بين بروتوكولي AODV و OLSR من حيث الحمل.



الشكل (3) المقارنة بين بروتوكولي AODV و OLSR من حيث الحمل

والشكل (5) يبين المقارنة بين بروتوكولي AODV و OLSR من حيث التأخير الزمني.

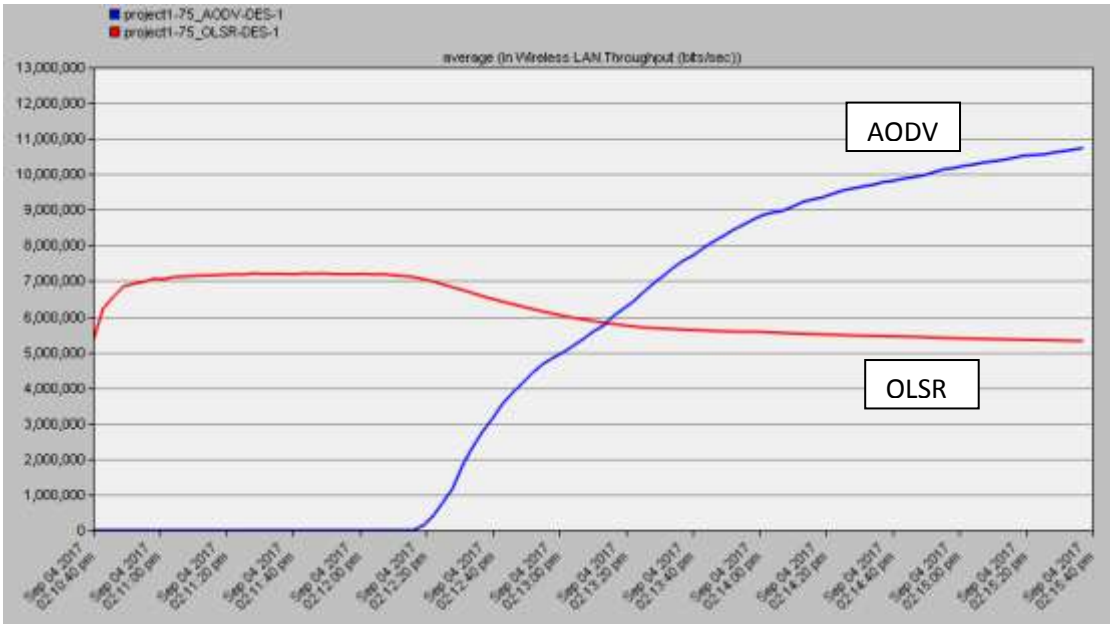


الشكل (5) المقارنة بين بروتوكولي AODV و OLSR من حيث التأخير الزمني

السيناريو الثاني:

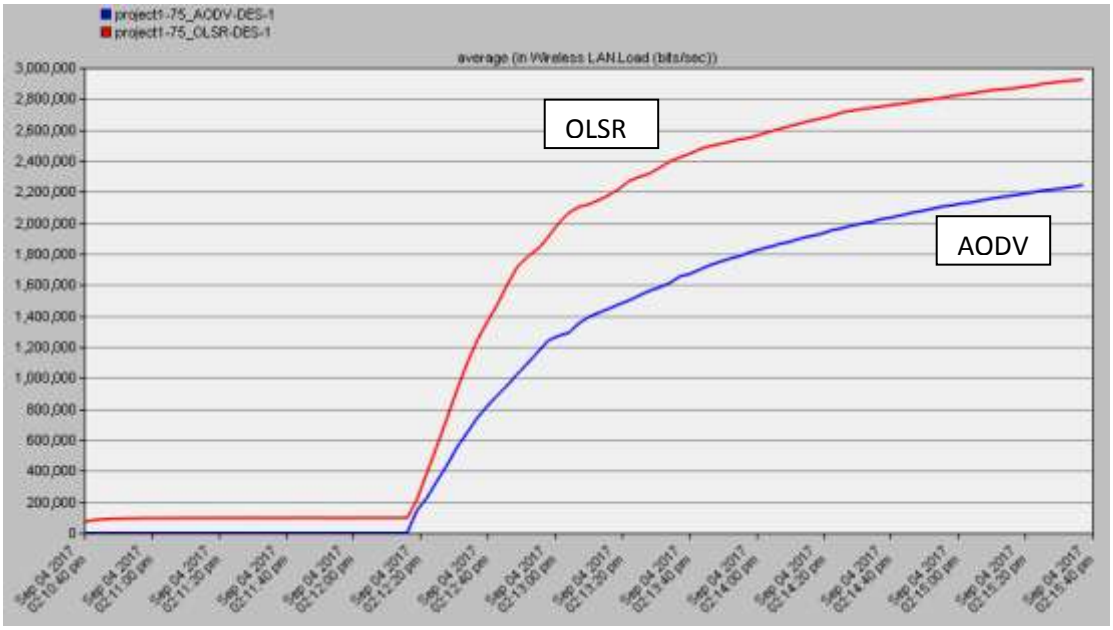
يتضمن هذا السيناريو (75) عقدة حيث تمت مقارنة أداء بروتوكولي AODV و OLSR بالأسلوب ذاته من حيث عوامل جودة الخدمة مثل المردود، الحمل، التأخير الزمني.

ويبين الشكل (6) المقارنة بين بروتوكولي AODV و OLSR من حيث المردود.



الشكل (6) المقارنة بين بروتوكولي AODV و OLSR من حيث المردود

والشكل (7) يبين المقارنة بين بروتوكولي AODV و OLSR من حيث الحمل.



الشكل (7) المقارنة بين بروتوكولي AODV و OLSR من حيث الحمل

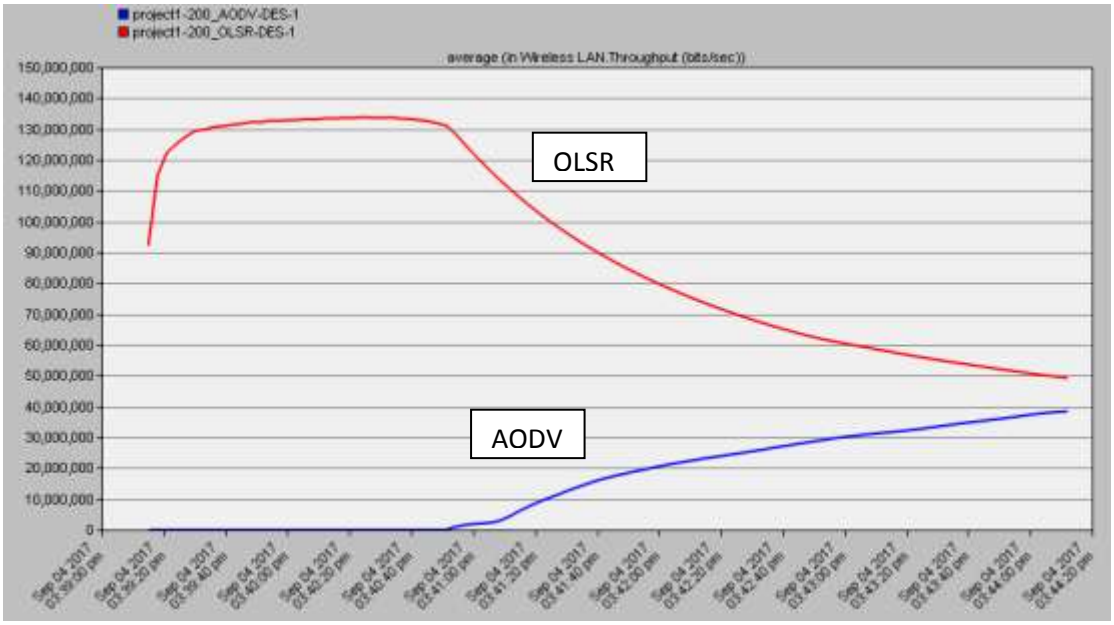
والشكل (8) يبين المقارنة بين بروتوكولي AODV و OLSR من حيث التأخير الزمني.

الشكل (8) المقارنة بين بروتوكولي AODV و OLSR من حيث التأخير الزمني

السيناريو الثالث:

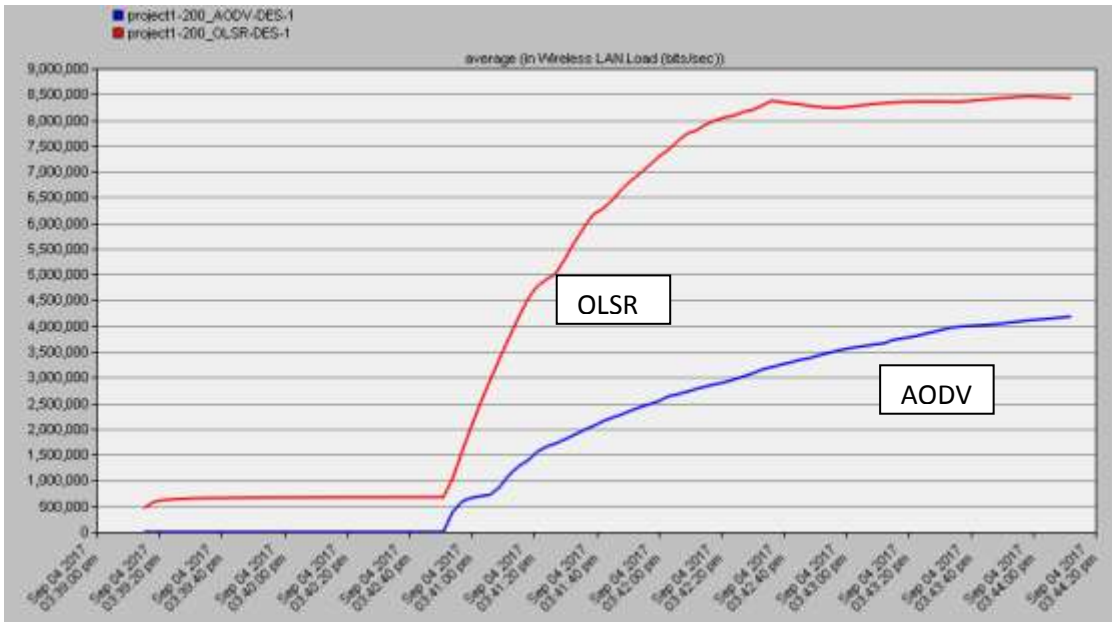
يتضمن هذا السيناريو (200) عقدة حيث تمت مقارنة أداء بروتوكولي AODV و OLSR من حيث عوامل جوددة الخدمة مثل المردود، الحمل، التأخير الزمني.

ويبين الشكل (6) المقارنة بين بروتوكولي AODV و OLSR من حيث المردود.



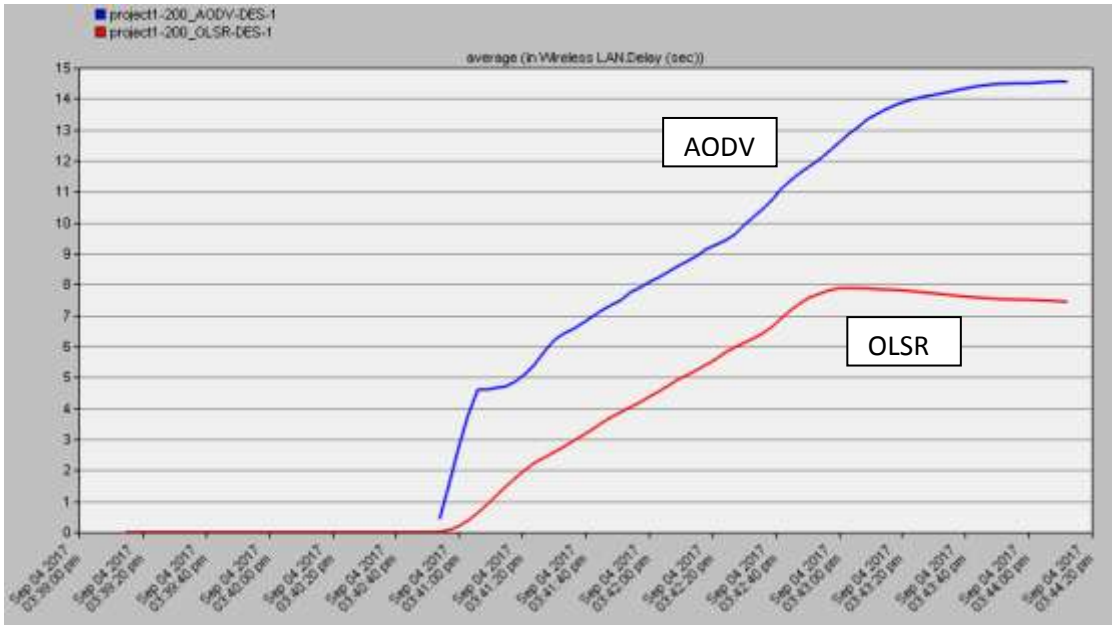
الشكل (6) المقارنة بين بروتوكولي AODV و OLSR من حيث المردود

والشكل (7) يبين المقارنة بين بروتوكولي AODV و OLSR من حيث الحمل.



الشكل (7) المقارنة بين بروتوكولي AODV و OLSR من حيث الحمل

والشكل (8) يبين المقارنة بين بروتوكولي AODV و OLSR من حيث التأخير الزمني.



الشكل (8) المقارنة بين بروتوكولي AODV و OLSR من حيث التأخير الزمني

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

وفقاً للتوزعات الاحتمالية المحددة في هذا البحث لنمذجة طول الرزم والأزمنة الفاصلة بين كل توليدين متتاليين للرزم على الشبكة نلاحظ أن:

1. إن قيمة المردود في بروتوكول AODV أعلى من قيمته في بروتوكول OLSR عندما تكون العقد قليلة، ولكن مع ازدياد عدد العقد فإن قيمة المردود في بروتوكول AODV تتناقص مقارنة مع بروتوكول OLSR ويرجع ذلك إلى ازدياد عدد الوصلات المقطوعة Broken Links مع ازدياد حجم الشبكة.

2. عندما يكون عدد العقد قليلاً في الشبكة فإن الحمل في بروتوكول OLSR أصغر مقارنةً مع بروتوكول AODV، ولكن مع ازدياد عدد العقد فإن الحمل في بروتوكول OLSR يزداد بشكل ملحوظ مقارنةً مع بروتوكول AODV، ويرجع ذلك إلى ازدياد حجم جداول التوجيه وازدياد حجم رسائل حالة هذه الجداول المنتشرة عبر الشبكة.

3. إن قيمة التأخير الزمني في بروتوكول AODV أعلى من قيمته في بروتوكول OLSR في السيناريوهات الثلاثة ويرجع ذلك إلى التأخير الناتج عن عملية اكتشاف مسار التوجيه.

التوصيات:

-استخدام البروتوكولات الاستباقية عندما يكون لدينا عرض الحزمة محدود، أما إذا أردنا التقليل من التأخير الزمني في الشبكة وكان عرض الحزمة متاحاً فإن البروتوكولات التفاعلية تعتبر الحل الأفضل في هذا المجال.

-يمكن تطبيق الدراسة والتوسع فيها باستخدام بروتوكولات وتوزعات احتمالية أخرى.

المراجع:

[1] PARK V.D.; CORSON. M.S. "*A highly adaptive distributed routing algorithm for mobile wireless networks*". Proceedings of IEEE INFOCOM '97: 1405 – 1413, April 2004.

[2] SINGH. S.; RAGHAVENDRA. C.S. "*PAMAS – power aware multi-access protocol with signaling for ad hoc networks*". ACM Computer Communication Review (ACM CCR'98), July 2007.

[3] SINGH, S. WOO, M.; RAGHAVENDRA. C.S. "*Power-aware routing in mobile ad-hoc networks"*. ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking, 181-190, October 2009.

[4] TOH, C.K. "*Maximum battery life routing to support ubiquitous mobile computing in wireless ad hoc networks*", IEEE Communication Magazine, 2-11, June 2011.

[5] SIVAKUMAR, R. SINHA P. ; BHARGHAVAN, V. CEDAR : *a core extraction distributed ad hoc routing algorithm,"* IEEE Journal on selected Area in Communication, 1454-1466, August 2010.

[6] LIN C.; LIU, J. "*QoS routing in ad hoc wireless networks*, "IEEE Journal on Selected Areas in Communication, 1426-1438, August 2011.

[7] GERASIMOV, I. ; SIMON. R. "*A bandwidth reservation mechanism for ondemandad hoc path finding".* IEEE/SCS 35th Annual Simulation Symposium,San Diego, CA, Pages 27-33, April 2012.

[8] ASOKAN, R. PUSHPAVALLI M.; NATARAJAN A.M. "*Delay and throughput aware proactive QoS routing in mobile adhoc networks"*. Proceedings of the International Conference on Advanced Communication System (ICACs-2007) pp 1-6, January 2011.

[9] DHARMARAJU, D. ROY-CHOWDHURY, A. HOVARESHTI, P.; BARAS. J.S. "*INORA-a unified signaling and routing mechanism for QoS support in mobile ad hoc networks*". Parallel Processing Workshops, 2012 Proceedings. 86-93, August 2012.

[10] PRASANT MOHAPATRA, JIAN L.; CHAO GUI, "*QoS routing for wireless ad hoc networks : problems, algorithms, and protocols"* IEEE Wireless Communications Magazine, 44-52, March 2013.

[11] BAOXIAN ZHANG ; HUSSEIN T. MOUFTAH, "*QoS routing for wireless ad hoc networks : problems, algorithms and protocols"* IEEE Communications Magazine, 110-117 October 2015.

[12] SHEN S.T. ; CHEN, J.H. "*A novel delay oriented shortest path routing protocol for mobile ad hoc networks*, "proceedings of IEEE ICC 2011)

[13] SUN H. ; HUGHES, H. "*Adaptive QoS routing based on prediction of local performance in ad hoc networks"*. Proceedings of IEEE WNCN 2013.

[14] CHRISTIAN WALCK, "*Hand-book os Statistical Distribution*", University of Stockholm,2007.

[15] MR.C. RANGARAJAN, MRS. S. SRIDEVIKARUMARI, MS.V. SUJITHA, "*Recent Routing Protocols in Mobile Adhoc Network (MANET*)", International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering,2017